

In the name of Allah, the Most Gracious, the Most Merciful



Copyright disclaimer

"La faculté" is a website that collects copyrights-free medical documents for non-lucrative use.

Some articles are subject to the author's copyrights.

Our team does not own copyrights for some content we publish.

"La faculté" team tries to get a permission to publish any content; however, we are not able to contact all the authors.

If you are the author or copyrights owner of any kind of content on our website, please contact us on: facadm16@gmail.com

All users must know that "La faculté" team cannot be responsible anyway of any violation of the authors' copyrights.

Any lucrative use without permission of the copyrights' owner may expose the user to legal follow-up.



PHYSIOPATHOLOGIE DE LA THERMOREGULATION

COURS
3eme Année
2017

PLAN DU COURS

- **INTRODUCTION**
- **RAPPELS PHYSIOLOGIQUES**
- **MÉCANISMES DE LA THERMORÉGULATION**
- **MECANISMES DE CONTROLES**
- **MODALITES DES ECHANGES THERMIQUES**
- **TRANSPORT DE LA CHALEUR**
- **PHYSIOPATHOLOGIE DE LA FIÈVRE**
- **PHYSIOPATHOLOGIE DES HYPERTHERMIES**
- **PHYSIOPATHOLOGIE DES HYPOTHERMIES**
- **CONCLUSION**

INTRODUCTION

- ***Homéotherme: homme***
- ***La température centrale est étroitement régulée***
- ***L'homéothermie ne s'applique qu'au noyau, c'est-à-dire à l'ensemble des organes, se trouvant dans les grandes cavités.***
- ***Se traduit par un équilibre entre thermogénèse et thermolyse elle varie physiologiquement***
- ***Poïkilotherme = température centrale dépendante de la température externe***

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

- **La thermorégulation englobe**
- L'ensemble des mécanismes qui permettent de maintenir l'organisme à une température idéale pour faciliter toutes les réactions biochimiques nécessaires à la vie.
- La température est un facteur limitant important des activités biologiques, en particulier: La vitesse des réactions enzymatiques

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

- **But de la thermorégulation**

- De maintenir la valeur réelle de la température centrale (température des organes situés à l'intérieur des cavités thoracique, abdominale et crânienne)
- autour d'une valeur de référence ou valeur de consigne d'environ 37°C en dépit des variations de la température de l'environnement

RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

- **Homéotherme (homme) capables de** maintenir constante la température centrale, par une production de chaleur interne (métabolisme cellulaire)
quelles que soient les variations de la température ambiante
- **Poïkilotherme (du Grec, poikilos = variable), dont la température** centrale est dépendante de celle du milieu ambiant
- La température interne est un état d'équilibre entre **thermogenèse et thermolyse.**

MECANISMES DE LA THERMOEGULATION

- ◉ Deux classes d'espèces animales
- ◉ Poïkilothermes = ectothermes (espèces primitives) température centrale varie avec conditions extérieures **PAS** de mécanismes de régulation → **Métabolisme faible**
- ◉ Homéothermes (espèces supérieures) température interne constante Mécanismes de régulation → **Métabolisme élevé**
- ◉ **La température cutané varie parallèlement à la température ambiante**

MECANISMES DE LA THERMOEGULATION

- **La thermorégulation:**
- Mécanismes permettant l'organisme de maintenir une température idéale pour faciliter l'ensemble des réactions biochimiques nécessaires la vie.
- Le but est de maintenir la valeur réelle de la température autour
- D'une **valeur de référence ou valeur de consigne** d'environ **37°C** en dépit de toutes variations de la température de l'environnement.

MECANISMES DE LA THERMOEGULATION

- Plus on s'éloigne du noyau, plus la température baisse, elle se situe au alentours de 33°C au niveau cutané
- La température interne résulte d'une **balance entre** la production de chaleur: **thermogenèse** et la perte de chaleur: **thermolyse**
- La température corporelle est un **état d'équilibre** entre ces deux mécanismes.
- **Le sang est l'agent de transfert de chaleur entre l'intérieur du corps et sa surface**

MECANISMES DE LA THERMOEGULATION

- ◉ **Thermogénèse**
- ◉ **Au repos** → **thermogénèse chimique** →
- ◉ **Activité métabolique des tissus** (notamment du foie, cœur, cerveau, glandes endocrines et muscles squelettiques inactifs).
- ◉ 56% de la chaleur → organes profonds
- ◉ 18% de la chaleur → les muscles
- ◉ **A l'effort** → **thermogénèse musculaire** → **90%** de la chaleur
- ◉ **Une calorie** → quantité de chaleur nécessaire pour augmenter de 1°C la température d' 1 gramme d'eau.
- ◉ **1 calorie (cal) = 4.18Joules**

MECANISMES DE LA THERMOEGULATION

- ◉ **Thermolyse**
- ◉ La température se déplace selon son **gradient de concentration** des régions les plus chaudes vers les plus froides
- ◉ 4 mécanismes permettent la perte de chaleur
- ◉ **Conduction**
- ◉ **Convection**
- ◉ **Evaporation**
- ◉ **Radiation**

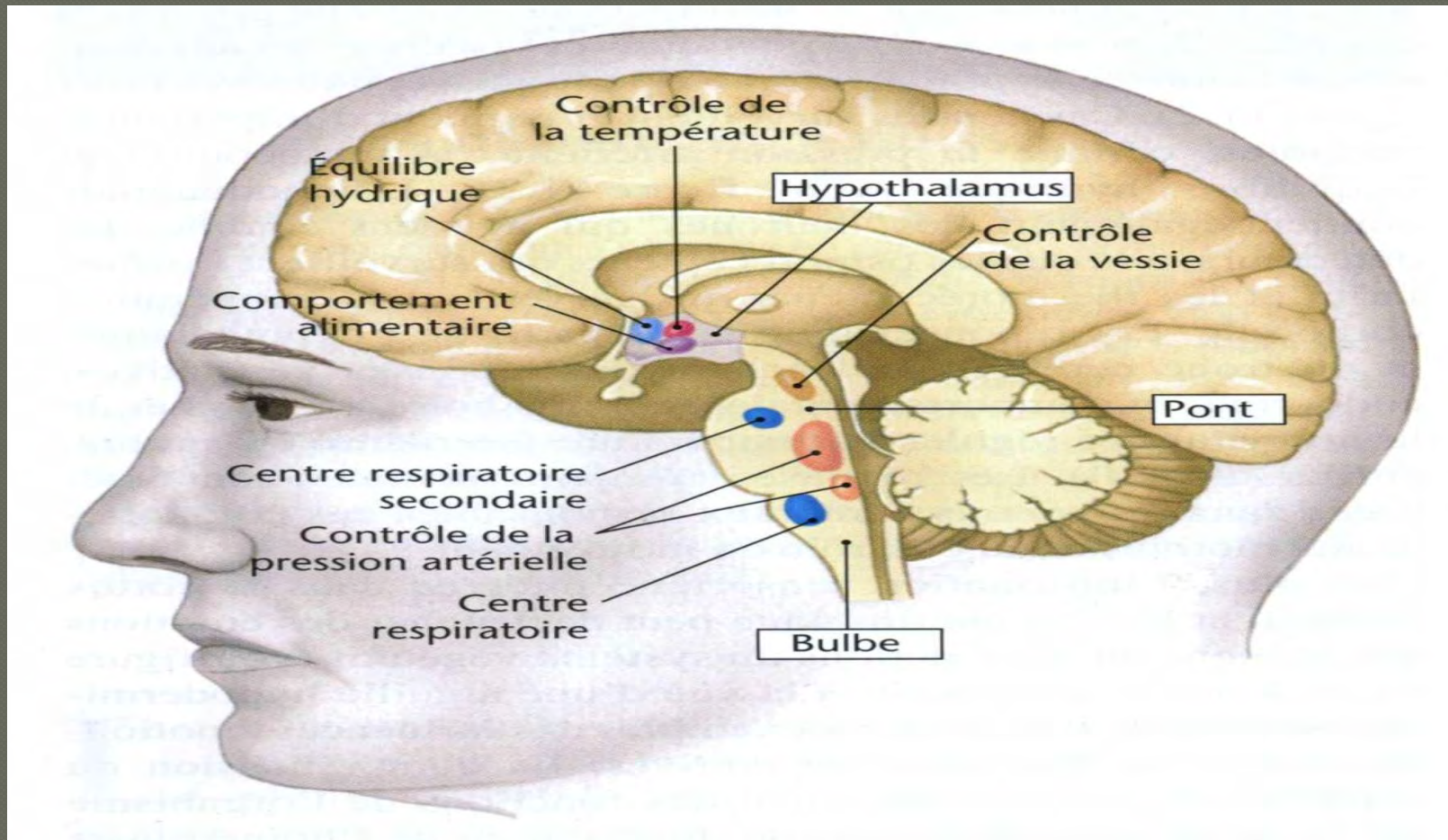
MECANISMES DE LA THERMOEGULATION

- ◉ **La régulation thermique nécessite:**
- ◉ Des capteurs spécifiques → **Thermorécepteurs**
- ◉ Des centres régulateurs → **Intégration**
- ◉ Des effecteurs protecteurs → **Dissipateurs de chaleur**

MECANISMES DE LA THERMOEGULATION

- ◉ **Thermorécepteurs cutanés (Derme)**
- ◉ **Terminaisons nerveuses, sensibles au froid et la chaleur**
- ◉ **Réponse aux variations rapides de la température**
- ◉ **Thermorécepteurs internes viscéraux et surtout hypothalamiques.**
- ◉ **Les Centres régulateurs → intégrateurs → HYPOTHALAMUS (aires pré et supra-optiques) → sensibles au chaud et au froid**

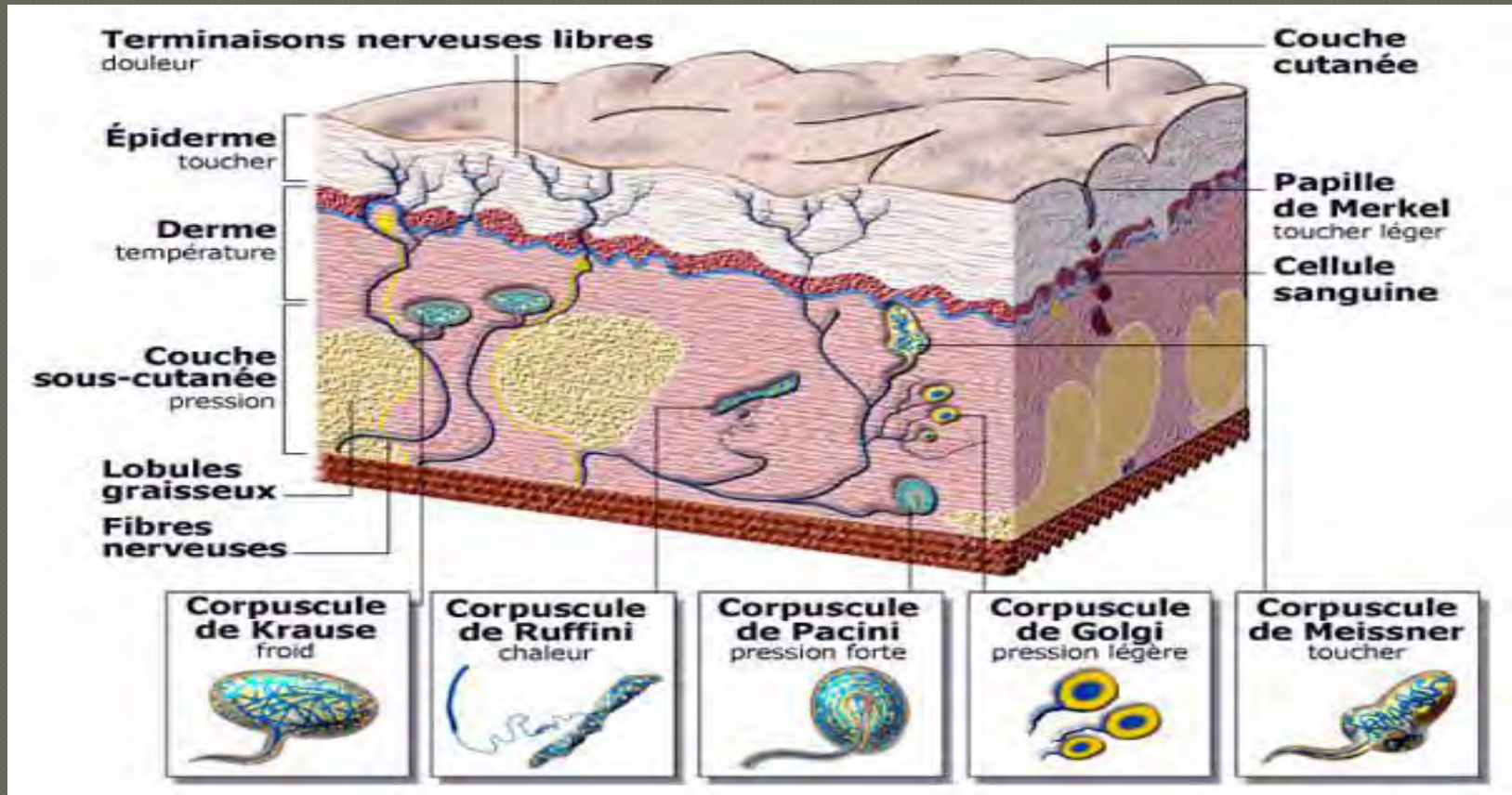
CENTRES RÉGULATEURS: INTÉGRATEURS



MECANISMES DE LA THERMOEGULATION

- Chez l'homme **37.1 °C** est un niveau extrêmement critique de la température à partir de laquelle débute la mise en jeu des mécanismes régulateurs
- Cette température est appelée température de consigne des mécanismes de contrôle de la température

LES THERMORÉCEPTEURS CUTANÉS



MÉCANISMES DE CONTRÔLE

- ◉ **Contrôle Nerveux**
- ◉
- ◉ **Contrôle Nerveux → Système nerveux autonome**
- ◉ **Sympathique adrénargique → réaction au froid → vasoconstriction**
- ◉ **Parasympathique cholinergique → réaction au chaud → vasodilatation**

MÉCANISMES DE CONTRÔLE

- ◉ **Contrôle Nerveux**
- ◉ **L'HYPOTHALAMUS → THERMOSTAT BIOLOGIQUE**
- ◉ **Deux centres thermorégulateurs:**

Hypothalamique antérieur → centre de la thermolyse réponse thermique la chaleur → **vasodilatation**

- ◉ **Hypothalamique postérieur → centre de la thermogénèse** réponse thermique au froid
thermogenèse: musculaire (frisson) chimique (ralentissement métabolique), cutanée
- ◉ **vasoconstriction (↘ pertes)**

MÉCANISMES DE CONTRÔLE

- ◉ **Contrôle Hormonal**
- ◉ **Médullosurrénale** → sécrétion **d'adrénaline:**
 - ◉ Vasoconstriction
 - ◉ Oxydation du glucose
 - ◉ Transformation du glycogène hépatique en glucose
 - ◉ (cycle de Krebs)
 - ◉ Déclenche la lipolyse au niveau de l'adipocyte

MÉCANISMES DE CONTRÔLE

◉ **Contrôle Hormonal**

◉ **Axe hypothalamo-hypophysaire**

- ◉ CRF → ACTH → Corticosurrénale → **Glucocorticoïdes**
- ◉ TRF → TSH → Thyroïde → **Hormones thyroïdiennes**
- ◉ GRH → **Hormones somatotropes**

◉ **Thyroïde = Centre de régulation du métabolisme de base**

- ◉ **T3, T4** → Libération du glycogène hépatique, néoglucogenèse, lipolyse, augmentation des oxydations mitochondriales (oxydation du glucose)

◉ **Action synergique avec les sympathomimétiques**

MÉCANISMES DE CONTRÔLE

- *Ces mécanismes nerveux, et hormonaux, concourent au maintien d'un équilibre permanent de la température centrale*
- *↑ Production de chaleur en situation déficitaire*
- *↓ Production et ↑ des pertes en situation excédentaire*

MODALITÉS DES ÉCHANGES THERMIQUES

- **La conduction** (échange de chaleur lent)
- Transfert de chaleur entre deux objets en contact direct
- **Déplacement de la chaleur, de proche en proche, des zones les plus chaudes vers les zones les moins chaudes, avec tendance à l'équilibre.**
- Le transfert de chaleur est modulé par **la vasomotricité**
- Régulé par le **sympathique (VSC) et parasympathique (VSD)**

MODALITÉS DES ÉCHANGES THERMIQUES

- ◉ **La convection** (échange de chaleur rapide):
Transfert de chaleur par courant d'air
- ◉ **Phénomène physique: élévation de l'air chaud et descente de l'air froid.**
- ◉ Il existe un **“brassage” continuels d'air sur notre peau**
- ◉ **Le sang est le colporteur de chaleur en périphérie**
- ◉ **L'importance des échanges dépend de la Δt°** (plus grande est la variation, plus important sont les échanges)

MODALITÉS DES ÉCHANGES THERMIQUES

- ◉ **l'évaporation:** (transport de chaleur par changement d'état)
- ◉ **Phénomène de surface permet le transfert de liquide en vapeur avec consommation d'énergie, ce qui permet le refroidissement**
- ◉ **Nécessité d'un degrés d'ergométrie suffisamment faible**
- ◉ **C'est l'évaporation de la transpiration et non la transpiration seule qui refroidie**

MODALITÉS DES ÉCHANGES THERMIQUES

◉ L'évaporation: Deux localisation

➤ **Cutanée: Diffusion transcutanée passive d'eau**

Par **transpiration phénomène actif** (les glandes sudoripares peuvent sécréter dans un milieu chaud jusqu' 1 a 2 L de sueur/h)

➤ **L'évaporation pulmonaire est passive**

- ◉ **perte insensible d'eau et de la chaleur (visible sous forme de buée lorsque l'air ambiant est froid).**

MODALITÉS DES ÉCHANGES THERMIQUES

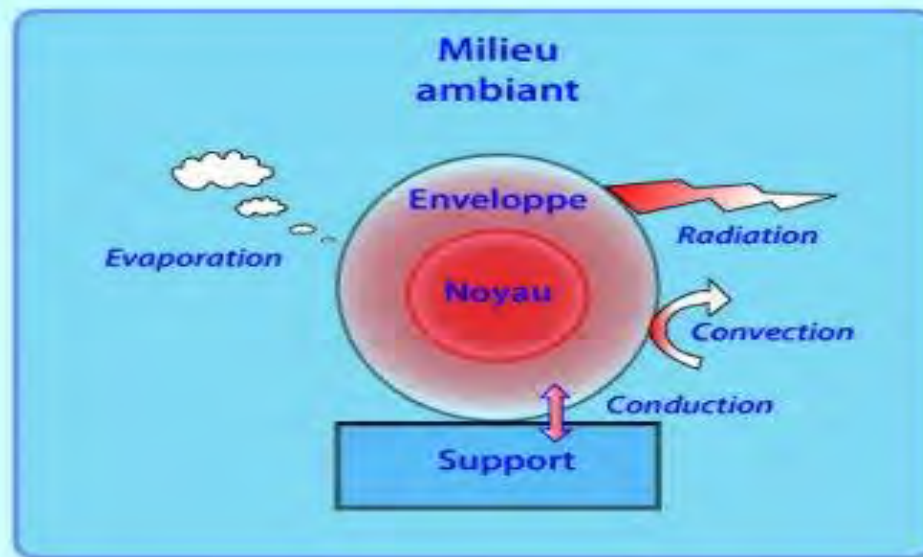
- ◉ **l'évaporation**
- ◉ **Au stade où les gouttes sont formées, la régulation au chaud est dépassée**
- ◉ **Un liquide au contact d'une source de chaleur devient plus léger et monte (courant convectif)**

MODALITÉS DES ÉCHANGES THERMIQUES

- ◉ **Radiation** (**sans support matériel** → solaire, sources thermique: feu, lampe, radiateur)
- ◉ **Transfert de chaleur par radiation Électromagnétique**
- ◉ **Le corps humain émet de la chaleur vers l'extérieur sous forme d'ondes électromagnétiques (infrarouges)**
- ◉ **Absorbe du rayonnement infrarouge Sous le soleil.**

MODALITÉS DES ÉCHANGES THERMIQUES

**Les différentes modalités d'échanges thermiques
entre le milieu ambiant et l'organisme (= Noyau + Enveloppe)**



LE TRANSPORT DE LA CHALEUR

- **Les calories produites par l'activité métabolique sont réparties dans l'ensemble de l'organisme par le sang et sont amenées aux téguments externes au niveau desquels les échanges s'effectuent.**
- **Le sang est l'agent de transfert de chaleur entre l'intérieur du corps et sa surface.**
- **La circulation cutanée fonctionne comme un échangeur thermique sous le contrôle du système nerveux autonome:**

LE TRANSPORT DE LA CHALEUR

- ◉ **le sympathique**
- ◉ stimulé par **le froid**, induit **vasoconstriction** pour prévenir les pertes → **diminuer la thermolyse**

- ◉ **le parasympathique**
- ◉ stimulé par **la chaleur**, induit **vasodilatation** → **augmenter la thermolyse**

LA FIÈVRE

- ◉ **Définition**
- ◉ **réaction non-spécifique de défense de l'organisme développée en réponse à une action de différents agents déclencheurs appelés des:**
Pyrogènes exogènes
- ◉ **La fièvre est une hyperthermie contrôlée**
Dont le rôle est celui de signal d'alarme.

LA FIÈVRE

- ◉ **Physiopathologie**
- ◉ **Les pyrogènes exogène → agents pathogènes**
- ◉ **Infectieux** (bactéries, virus)
- ◉ **Certaines hormones** (la progestérone)
- ◉ **Certains Médicaments** (les vaccins et l'interféron recombinant).

LA FIÈVRE

- ◉ **Physiopathologie II**
- ◉ **Les pyrogènes exogènes** → Macrophages Lymphocytes
- ◉ **→ Pyrogènes endogènes** = les interleukines (IL) 1, 6, l'interféron (IFN), le « tumor necrosis factor » (TNF)
- ◉ **→ Hypothalamus/ Action de la PGE2 → ↑ valeur référence des centres thermorégulateurs**
- ◉ **→ décalage entre la valeur réelle périphérique et la nouvelle valeur référence centrale**
- ◉ **Brusquement augmentée, la stimulation du centre**
☞ **Hypothalamique postérieur** va engendré:
- ◉ **Deux processus:**

LA FIÈVRE

Physiopathologie III

☞ **Baisse de la déperdition de chaleur** →

- **Diminution** circulation cutanée → **refroidissement** de la peau
- ☞ **Augmentation de production de chaleur secondaire aux frissons** → **Thermogénèse**
- Ce mécanisme **se prolonger** jusqu'à ce que la **valeur réelle** se soit **ajustée** à l'élévation de la nouvelle **valeur de référence (plateau)**
- Quand la production de **pyrogènes endogènes** s'arrête (spontanément ou selon l'administration thérapeutique),
- **Valeur référence diminue** de nouveau → **Décalage par rapport à la valeur réelle trop élevée**

LA FIÈVRE

◉ Physiopathologie IV

☞ **Activité du centre hypothalamique antérieur**

- ◉ sous l'action du nouveau décalage thermique → parasympathique → **vasodilatation** → augmentation de la circulation cutanée → **pertes de chaleur** (suée, sensation de chaleur → **Thermolyse**
- ◉ La fièvre diminue en quelques heures ou en quelques jours

LA FIÈVRE

- **Physiopathologie**
- **La réaction fébrile, décrit 3 phases évolutives :**
- **Montée thermique =**
 - température centrale < consigne (froid, frissons, pâleur)
- **Plateau thermique =**
 - équilibre thermogénèse- thermolyse au nouveau consigne
- **Défervescence thermique =**
 - température centrale > consigne (chaleur, suées, rougeur)

LA FIÈVRE

● Effets de la fièvre

- ✓ Accélération de la fréquence cardiaque
(**8-12 battements/min pour chaque 1°C**)
- ✓ Accélération de la vitesse du métabolisme
- ✓ Episodes de sommeil à ondes lentes plus nombreux
(**ont une action réparatrice sur le cerveau**)
- ✓ Accélération de la cicatrisation
- ✓ Inhibition de la croissance bactérienne.

LA FIÈVRE

- **Rôle de la fièvre**
- La fièvre est essentielle, elle permet:
- **Défense contre les infections** bloquant la prolifération de nombreux agents pathogènes. →
- Induction d'une baisse des concentrations plasmatiques de métaux: le fer, le zinc et le cuivre, **essentiels la prolifération des bactéries.**
- **NB: les antipyrétiques** - (AINS) qui inhibent la COX qui catalyse la formation de PGE2 a partir de l'acide arachidonique) **ne doivent être utilisés sauf si crainte de convulsions fébriles.**

LES HYPERTHERMIES

- ◉ **Définition**
- ◉ **l'élévation de la température centrale au-dessus de 38°C**
- ◉ **Au-dessus de 42°C le pronostic vital est en jeu**
- ◉ **Contrairement à la fièvre, dans l'hyperthermie →**
- ◉ **La valeur de consigne demeure inchangée**

LES HYPERTHERMIES

- ◉ **Physiopathologie**
- ◉ **Deux types d'hyperthermies**
- ◉
- ◉ **Mécanismes thermorégulateurs de l'organisme sont dépassés :**

Hyperthermie liée des facteurs exogènes : ☐

- ◉ **Exposition des températures ambiantes élevées,** avec un degrés ergométrique élevé → empêchant l'évaporation de la sueur.

LES HYPERTHERMIES

- **Physiopathologie**

Hyperthermie liée des facteurs endogènes :

- **Augmentation de la thermogénèse :**

- ☞ **Effort physique intense** □

- ☞ **Troubles endocriniens** (hyperthyroïdie, libération des catécholamines)

- ☞ **Intoxications par des excitants** (caféine, amphétamines, cocaïne)

- **Diminution de la thermolyse**

- ☞ **vasoconstriction cutanée:** → états de choc

- ☞ **Dérèglement des centres thermorégulateurs** par atteinte organique → Traumatisme crânien, coma.

- **La température du corps ne peut plus être maintenue 37°C et aboutit une hyperthermie**

LES HYPERTHERMIES

- ◉ **Physiopathologie**
- ◉ **Syndromes cliniques d'hyperthermie**
- ◉ **Les crampes de chaleur**
- ◉ surviennent lors d'un **travail physique intense**
- ◉ **→ augmentation de la thermogenèse musculaire dans un environnement très chaud (thermolyse réduite)**
- ◉ **Chez les enfants, si les pertes d'eau et le chlorure de sodium, perdus avec la sueur, ne sont pas remplacés.**

Le traitement → réhydratation

LES HYPERTHERMIES

- ◉ **Physiopathologie**
 - ◉ **Epuisement par chaleur**
 - ◉ **la fatigue, la faiblesse, étourdissement,**
 - ◉ **maux de tête, la nausée, tachycardie et hypersudation**
- la thermolyse demeure fonctionnelle**

LES HYPERTHERMIES

◉ Conduite thérapeutique urgente

- ◉ Boire de l'eau
- ◉ S'éloigner de la source de chaleur
- ◉ Se rendre dans un endroit à l'ombre
- ◉ Enlever les vêtements en excès et placer des sachets réfrigérants
- ◉ Des serviettes mouillées froides au cou, aux aisselles et des racines des membres inférieurs

LES HYPERTHERMIES

- ◉ **Le coup de chaleur**
- ◉ **Forme la plus sévère hyperthermie:**
- ◉ **Température excédant 40°C**
- ◉ **Défaillance des centres thermorégulateurs**
Arrêt de la sudation
- ◉ **Réponse inflammatoire généralisée**
- ◉ **Défaillance multiviscérale**
- ◉ **La mortalité est importante.**

LES HYPERTHERMIES

- ◉ **Le coup de chaleur**
- ◉ **Les facteurs prédisposant :**
- ◉ **La déshydratation**
- ◉ **Les maladies cardiovasculaires**
- ◉ **L'hyperthyroïdie, le phéochromocytome.**

LES HYPERTHERMIES

- ◉ **Le coup de chaleur : Deux types**

- **Forme Classique:** exposition prolongée la chaleur

- **Forme en rapport avec un effort physique intense**

- ◉ Population cible: Jeune âge, âge avancé.
- ◉ Travail en milieux chauds, efforts physiques soutenus
- ◉ (Marathon, militaires)

LES HYPERTHERMIES

- ◉ **L'hyperthermie maligne**
- ◉ **maladie génétique potentiellement létale.**
- ◉ **Dysfonctionnement d'un canal libérant le Ca^{2+} au niveau du réticulum sarcoplasmique**
 - ➔ **récepteur de la ryanodine**

LES HYPERTHERMIES

- ◉ **L'hyperthermie maligne**
- ◉ **Déclenchée par**
- ◉ Certains **anesthésiques inhalés**
(halothane, enflurane, isoflurane)
- ◉ Certains **relaxants musculaires** (succinylcholine)
- ◉ Déclenchent dans les muscles squelettiques la
- ◉ **libération excessive de calcium** **partir du**
réticulum sarcoplasmique, provoquant
- ◉ Des **contractions généralisées non-coordonnées** des
muscles accompagnées
d'une énorme production de chaleur

LES HYPERTHERMIES

- ◉ **Conduite thérapeutique urgente:**
- ◉ Arrêt de l'administration de l'anesthésie ou du myorelaxant
- ◉ Administration d'un bloqueur de la libération du calcium → **Dandroléne**
- ◉ Refroidissement de l'organisme

LES HYPOTHERMIES

- **. Définition:**
- la diminution de la température centrale en **dessous de 34°C. 2.**
- **Classification Selon l'étiologie,**
- **l'hypothermie accidentelle:** par exposition au froid
- **l'hypothermie provoquée:** thérapeutique, au cours de certains actes chirurgicaux.
- Le refroidissement est réalisée en médecine pour ralentir à l'extrême le fonctionnement d'un organe se trouvant dans des conditions insuffisantes d'oxygénation sanguine
- (cœur dans la chirurgie cardiaque).

LES HYPOTHERMIES

- ◉ **Physiopathologie**
- ◉ Deux grands mécanismes physiopathologiques :
- ◉ **Dépassement des capacités de réchauffement du corps,**
- ◉ **Mécanismes thermorégulateurs étant *intacts***
→ Exposition prolongée au froid
- ◉ **Mécanismes thermorégulateurs *anormaux***
**→ Hypothyroïdie, les comas toxiques
l'urémie chez les vieillards.**

LES HYPOTHERMIES

- **Physiopathologie**

- Les hypothermies accidentelles évoluent en deux phases :
- **Phase de lutte – température centrale entre 35 et 33°C** □
- frisson, peau froide souvent marbrée, → ↓force musculaire, ↓ du métabolisme → bradycardie, tension normale,
- Réduction de la diurèse
- **Phase d'abandon - température centrale < 33°C,**
- Rigidité musculaire progressive, confusion mentale, troubles/ perte de la conscience, ralentissement du rythme respiratoire, bradycardie avec la chute de la pression artérielle, arythmies.

LES HYPOTHERMIES

- ◉ **Conduite thérapeutique urgente :**
- ◉ **Hospitalisation en réanimation.**

- ◉ Le traitement débute sur le lieu de l'accident
- ◉ Continué dès l'hospitalisation, par:
 - ◉ le réchauffement actif progressif,
 - ◉ traitement de l'état de choc:
 - ◉ le remplissage vasculaire,
 - ◉ médicaments vasopresseurs : Dobutamine.

Conclusion

- **La thermorégulation fait intervenir un très grand nombre de fonctions physiologiques et comportementales ajustées pour permettre le maintien de la température corporelle relativement constante et indépendante des fluctuations temporelles et climatiques**
- **Intérêt de la thermorégulation, car de son seul équilibre dépend l'équilibre métabolique, permis grâce à une stabilité thermique impérative à toute réaction enzymatique nécessaire au fonctionnement cellulaire**